

## Interfaces naturales como complemento educativo, cognitivo y social en personas que padecen TEA<sup>i</sup>

Contreras Víctor, Pons Claudia, Fernandez Daniel, Martinez Carlos

Interfaces naturales / CAETI - Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática /  
Facultad de Tecnología Informática / Universidad Abierta Interamericana

Av. Montes de Oca 745

(C1270AAH) - Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Tel: 54 11 4301-5240 / 5323

[victor.contreras@vaneduc.edu.ar](mailto:victor.contreras@vaneduc.edu.ar), [claudia.pons@uai.edu.ar](mailto:claudia.pons@uai.edu.ar)

### Resumen

El trastorno de espectro autista (TEA) es una alteración del desarrollo que se especifica por deficiencias cualitativas en la comunicación y en la interacción social, comportamiento caracterizado por patrones repetitivos y estereotipados. Los niños con trastorno del espectro autista (TEA), como también otros niños que no padecen este trastorno, presentan una característica bien definida por la aceptación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En este artículo describiremos un proyecto cuyo objetivo es investigar acerca del uso de interfaces naturales para ayudar a la mejora de las actividades sociales como también las cognitivas, en personas que padecen TEA.

**Palabras clave:** Atención. Autismo.

Lenguaje. Interfaces Naturales. Realidad

Aumentada. Integración. Actividades

Lúdicas. Programas específicos. Educación.

Trastorno de espectro autista.

### Contexto

Actualmente, las interfaces naturales NUI (natural user interface) proporcionan una experiencia atrayente respecto a entornos de realidad aumentada. En las fundaciones relevadas: Creciendo con los Ángeles, Fundación Integración de San Isidro, CIIE José C. Paz; entidades educativas: Colegio Buenos Aires de José C. Paz y otras especializadas en este trastorno, no se encontró tecnología aplicada a esta temática. Y por otra parte, el desarrollo de este tipo de aplicaciones no está al alcance del usuario común por factores socio-económicos, razones comerciales y/o desconocimiento.

En el ámbito escolar existen niños con necesidades educativas especiales, dentro de estos se encuentran estudiantes con TEA, con peculiaridades a conocer y tener en cuenta para llevar a cabo una intervención acertada y eficiente. Puesto que en la escuela se desarrolla una parte importante de la vida de los niños<sup>2</sup>; para favorecer la evolución personal y social del alumnado es preciso que la intervención psicoeducativa ofrezca respuestas a las necesidades individuales aportando el apoyo necesario en la instrucción académica y favoreciendo, también, la integración en su grupo de iguales. Para cumplir con éxito este propósito se requiere que el colegio cuente con los recursos

necesarios, por lo que aquí proponemos las interfaces naturales como complemento educativo, cognitivo y social.

En la última década numerosas empresas, entre las que destacamos Nintendo, Sony y Microsoft, han desarrollado diversos dispositivos que aportan interfaces naturales y que son de fácil acceso para personas, las cuales interactúan con sus equipos de entretenimiento (Pc's y consolas). Dichas NUI despliegan una perspectiva moderna en el desarrollo de aplicaciones y plantean una nueva manera de construirlas como el caso del Kinect SDK<sup>3</sup> de Microsoft.

## **Planteo del problema y soluciones relacionadas**

El autismo es un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por una tríada de síntomas observables en los primeros tres años de vida, que consiste en la afectación en el desarrollo del lenguaje, conductas estereotipadas asociadas a intereses restringidos y trastorno en la interacción social.<sup>4</sup> Por otro lado, los niños con autismo muestran deficiencias cognitivas significativas en distintas áreas<sup>5</sup>.

Podrían explicarse por defectos en sus procesos atencionales muchas de las características de los niños con TGD y autismo<sup>6</sup>. Los autistas actúan de forma inapropiada con los estímulos que ven, y parecen tener, en especial, dificultades en interpretar la información socialmente relevante, ya que los estímulos significativos desde el punto de vista social son físicamente complejos, y este hecho es fundamental para el comportamiento adaptativo<sup>7</sup>.

Dentro de las interfaces naturales, existen distintos programas que dan importancia a las necesidades de pacientes con TEA, como Pictogram Room<sup>8</sup>, originario de España, el cual posee distintas actividades ocio-educativas; por ejemplo: incentivar el lenguaje corporal y el reconocimiento de uno mismo, a través de un sistema de cámara-sensor-proyector (kinect<sup>9</sup>) y así, conseguir el

reconocimiento del movimiento, que se reproduce en una imagen del propio paciente con elementos gráficos y musicales en la pantalla. Básicamente es una herramienta que sirve para trabajar la comunicación (la persona tiene que pedir ayuda, decidir qué juego quiere, atender a órdenes sencillas y complejas, entre otras), la imitación y la atención. Es una herramienta muy motivadora para la persona con TEA pues utiliza métodos lúdicos y amenos.

Otro proyecto relevante es SAVIA<sup>10</sup>, un sistema de aprendizaje virtual también originado en España. Este prevé el desarrollo de una plataforma tecnológica, de realidad aumentada (Kinect), capaz de integrar sistemas y herramientas que cubran todos los contenidos educativos necesarios para las personas con TEA y permitan trabajar diferentes aspectos que hasta ahora requerían de soluciones diversas, como aprendizajes básicos (grande, pequeño, lejos, cerca, etc.), habilidades para la vida diaria (aseo, alimentación, etc.). Nos ha sorprendido lo útil que resulta en el caso de las personas con Autismo de Alto Funcionamiento (síndrome de Asperger). Permite trabajar el esquema corporal y la coordinación, y les ayuda a interaccionar físicamente y de forma lúdica con otras personas, favoreciendo el contacto y propiciando la comunicación verbal que se produce de forma natural, describe Miguel Lancho, profesional de Autismo Burgos.

La cantidad de información sobre tratamientos disponibles en los casos de TEA está aumentando exponencialmente en estas últimas décadas, motivo por el cual, para poder procesarla, se hace imprescindible aplicar ciertos filtros de calidad<sup>11</sup>.

La eficacia de un tratamiento se obtiene con base en la evidencia científica procedente del diseño metodológico del estudio, de la validez interna, consistencia y replicabilidad. Por su parte, la utilidad clínica –sinónimo, en este caso, de efectividad– hace referencia a la aplicabilidad práctica de un tratamiento en la

vida real, es decir, fuera de las condiciones especiales de los estudios de investigación<sup>12</sup>.

Las computadoras y en particular las tecnologías de realidad virtual han demostrado ser una herramienta valiosa especialmente en el caso de los niños con TEA, ya que en general demuestran facilidades, preferencia y habilidades especiales para relacionarse con estas máquinas, abriendo así nuevas oportunidades para el desarrollo de terapias<sup>13</sup>.

Las interfaces naturales permiten una interacción social sencilla y predecible para llevar a cabo actividades con niños que presentan TEA, con la finalidad que les evite el apremio y el estrés. Nos permiten trabajar con el uso de los gestos, mirada, expresión facial, distancia y orientación corporal, esencial para adquirir habilidades sociales. Por lo mencionado, se debe acrecentar la confianza de los profesionales argentinos, fundaciones u otros organismos en la aceptación de las tecnologías, para trabajar temas relacionados a las personas con TEA.

## Líneas de Investigación

Se presenta aquí en forma genérica cuáles son los pasos que estamos dando para lograr nuestros objetivos. Considerando el alto grado de complejidad inherente al problema de personas que padecen Trastorno del Espectro Autista, el primer paso para llevar a cabo este proyecto fue realizar una evaluación de los procedimientos y técnicas desarrolladas durante los últimos años para lograr construir software que permita el progreso en lo cognitivo y relaciones sociales en personas que presenten las características descriptas. Esto incluye una búsqueda sobre desarrollos, propuestas y elementos publicados para generar un análisis del estado del arte.

Una vez adquirido un compendio de aplicaciones y alternativas que resulten de suma utilidad, se están analizando sus

ventajas y desventajas, y el próximo paso será realizar una recopilación de las nuevas tecnologías con las que se relacione más específicamente el Kinect, el Software Development Kit y su entorno de programación<sup>14</sup>. Se evaluará que problemas resuelve este dispositivo de captura, qué aplicaciones están disponible en el marco de trabajo para su uso, y cuáles de ellos se pueden aplicar para desarrollar una solución.

## Desarrollo e Innovación

Para cumplir con el objetivo del proyecto hemos diseñado y desarrollado un grupo de aplicaciones de software; las cuales fueron evaluadas con niños que padecen TEA. En esta sección describiremos brevemente la esencia de estas aplicaciones.

El equipamiento necesario para la realización de las actividades consta de una sala de **amplias dimensiones**, en vista de tener suficiente espacio físico para que el niño pueda realizar los movimientos sugeridos por la aplicación, con total libertad y que no cause daños para sí mismo u otras personas. Se recomienda que la distancia entre el dispositivo y la persona que interactúa sea entre 2,5 y 3,5 m. Dicha sala debe poseer el mínimo contacto con el exterior, para optimizar la concentración del niño y para que, tanto el dispositivo Kinect como la persona que interactúa, puedan interpretar correctamente los sonidos que se emiten; además debe poseer paredes con colores claros ya que no producen cambios emocionales y favorecen la concentración. Así también se requiere un dispositivo Kinect, una computadora y un proyector o en su defecto una monitor o televisor de grandes dimensiones. La configuración se muestra en la figura 1.

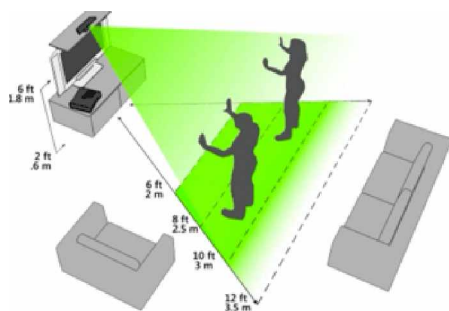


Figura 1. Entorno Kinect

En primera instancia, con el dispositivo Kinect junto con el desarrollo de la aplicación **“Descubriendo mi cuerpo”** planteamos un juego educativo para que los niños afectados o no de autismo puedan desarrollar aquellas áreas que más necesitan.

Tan importante como lo son otros lenguajes no verbales lo es el llamado lenguaje corporal, que se corresponde con los gestos y movimientos que realizamos a diario con nuestro cuerpo y que son percibidos por nosotros mismos y por otras personas y pueden decodificarse en mensajes tan útiles como los hablados. Este tipo de lenguaje tiene un impacto muy importante en el tratamiento del TEA y es por eso que se ha desarrollado un juego en el cual se le permita al niño reflejar la estructura de su propio cuerpo en un "espejo virtual". Lo hemos llamado así debido a que, básicamente, se tienen todas las características de un espejo pero con la posibilidad de crear todo un nuevo mundo alrededor del cuerpo del niño. De esta manera se logran muchos de los objetivos buscados en las actividades: motivación, actividades tanto estructuradas como libres, logrando un clima agradable y confiable para el niño.

Asimismo, al poder alterar la realidad que se ve en este "espejo", se le puede indicar al niño distintas consignas para que él mismo pueda completarlas con el movimiento de su cuerpo, tales como buscar objetos de diferentes tipos, en diferentes ambientes y con distintas partes de su cuerpo. Con ello se podría instruir tanto la parte intelectual, como detectar formas y figuras, seguir consignas y relacionar lugares o situaciones con objetos específicos; como las habilidades motrices,

tomar un objeto con determinada mano, movilizarse por el escenario para lograr el objetivo y hasta detectar y utilizar distintas partes de su propio cuerpo.

Respecto de las consignas, con el objetivo de lograr contener la mayor variedad de habilidades de un niño, son tanto escritas como orales, o sea, se permite leer la consigna en pantalla pero también se reproduce como sonido para aquellos niños con dificultades o sin el conocimiento para leer.

Toda la actividad es realizada en un marco tecnológico; anteriormente se ha descripto la gran importancia que tiene el mencionado marco para el presente proyecto de investigación, debido tanto a la afinidad que tienen los niños con TEA con la tecnología, como también por la gran motivación que se puede generar con las realidades virtuales.

La aplicación cuenta con la posibilidad de seleccionar distintas situaciones para que el niño pueda realizar las actividades, por ejemplo: "Mi cuarto", "Cocina", etc. En cada situación el niño deberá recolectar, utilizando el movimiento de su cuerpo, distintos objetos relacionados. Asimismo, el mismo juego, no solo le indicará que objeto tocar sino también con que parte de su cuerpo deberá hacerlo, por ejemplo, su mano derecha, su cabeza, etc.

El juego realiza aportes tanto para el niño como para el profesional/tutor. Para el niño, por cada objetivo cumplido el juego emite sonidos y realizará algún efecto visual, por ejemplo, sumar puntos, para intentar estimular a que continúe jugando. Para el profesional/tutor le permitirá llevar una estadística donde se miden diferentes datos, por ejemplo, la demora entre la emisión de la consigna hasta que el niño la consigue realizar y un registro de los intentos fallidos, o sea, cuantas veces no se cumplió con la consigna antes de conseguirla.

Cada pantalla del juego, si bien intenta ser motivadora, mediante colores e imágenes, a

su vez, no contiene elementos que generen una distracción al mismo, intentando mantener focalizado al jugador en la consigna. Es por eso que toda información para el profesional/tutor podrá ser visualizada aparte, o sea, desde otro módulo o pantalla. Finalmente, todas las actividades de la aplicación están pensadas para ser desarrolladas de manera tripartita, donde tan importante como el niño y las interfaces naturales, lo es la persona (profesional o tutor) que acompañe y genere tanto las explicaciones necesarias según el caso como la motivación extra para lograr los objetivos.

En primera instancia el juego se inicia descubriendo al jugador y a continuación una serie de imágenes que él deberá analizar y descubrir con su cuerpo; esto se lleva a través de gestos.

Para entender que es un gesto en Kinect es importante tener en cuenta que el SDK de Microsoft reconoce la posición de 20 partes del cuerpo humano en el espacio 3D(X, Y, Z). Esta información es actualizada constantemente por el SDK 30 veces por segundo, agrupados en frames o también llamado FPS. Si estas posiciones del cuerpo son observadas y evaluadas se puede determinar que gesto realizó la persona.

Como se hace referencia en (SDK and Developer Toolkit Known Issues<sup>15</sup>) un gesto trata de asignar ciertos movimientos consecutivos de partes del cuerpo a una determinada acción (saltar, saludar, girar, etc.) como se puede ver en la figura 2.

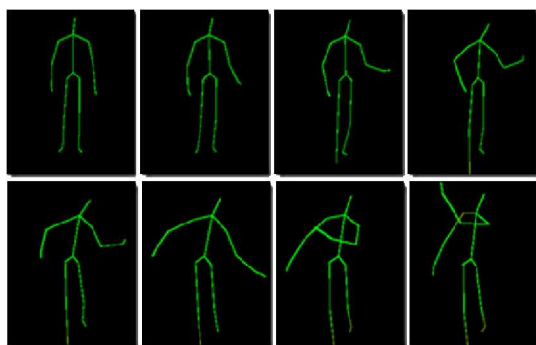


Figura 2. Gestos Kinect

Al igual que nos pasa con los gestos, el reconocimiento y detección de posturas también tiene muchas técnicas diferentes que se pueden aplicar para lograr una mejor identificación o una implementación más sencilla. Una técnica muy utilizada para estos casos es utilizar redes neuronales las cuales se pueden entrenar para ir alcanzando cada vez más precisión y calidad de detección.

En Kinect for Windows Product Blog<sup>16</sup> se menciona una investigación que hace referencia a que también podemos usar técnicas como comparar con una serie de plantillas ya definidas o como definir algorítmicamente el gesto, al igual que hicimos con la postura, es esta última seleccionada para el manejo de gestos.



Figura 3. Descubriendo mi cuerpo

La primera versión de la aplicación muestra que con tan solo mover las manos, las piernas y la cabeza, el niño ha conseguido reconocer las partes de su cuerpo con un sistema que detecta los movimientos. En cada instancia se propone que parte del cuerpo se debe reconocer, por ejemplo, aparece la etiqueta “Mano Izquierda” y entonces el niño debe capturar la imagen con esa parte de su cuerpo, en caso contrario, si no lo hace con lo que solicita la aplicación la figura no cambia.

En cada reconocimiento se almacena información que detalla el tiempo en que el niño resolvió la consigna, es decir, desde que aparece la imagen hasta que él la detecta con la parte del cuerpo correspondiente (figura 3).



La consigna está dada por las siguientes etapas: leer e interpretar cual es la parte del cuerpo con la que se debe trabajar, encontrar espacialmente la imagen y efectuar contacto con ella.

El niño debe realizar una lectura comprensiva de la actividad presentada (figura 3). A su vez debe reconocer la extremidad de su cuerpo que la actividad le sugiere, en vista de comenzar a interactuar. Posteriormente tendría que interpretar y reconocer el objeto a encontrar.

Para ello es fundamental que dicho objeto se presente y luego se ubique en el espacio físico (escenario) planteado por el software. Para realizar correctamente la actividad, el niño debe señalar el objeto con la extremidad indicada por el software, interpretando como si se encontrara inmerso en el escenario virtual.

Continuando con las actividades del reconocimiento espacial (figura 4), el niño deberá realizar acciones referentes a su ubicación en el espacio y detectar como cambia la misma cuando él se mueve. La actividad, a la cual denominamos “**Aventura con movimiento**”, le plantea al jugador la posibilidad de mover hacia adelante o atrás, y girar a la izquierda o a la derecha un personaje virtual, en vista de que pueda replicar esos movimientos con su cuerpo.

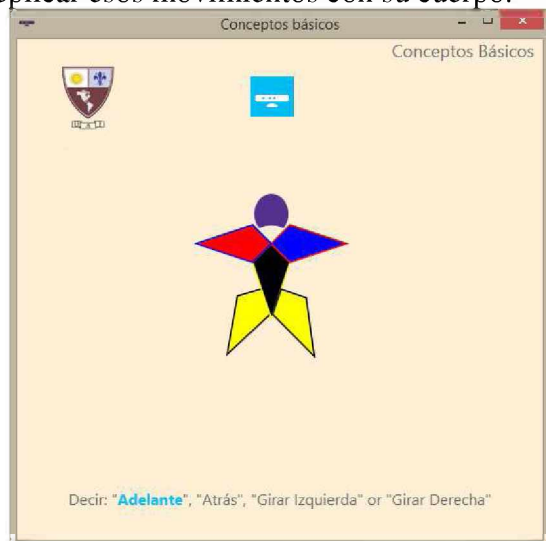


Figura 4. Aventura con movimiento

En la figura 5 se plantea una actividad con diversos fines. Uno es que el niño asocie una lógica referente a la secuencialidad de una serie de números y por otro lado plantea la posibilidad de realizar una interacción con otra persona, ya que el juego le asigna una X a un jugador y un O a otro, manejándose mediante turnos.

Para esta actividad se trabajó con una niña que presenta el siguiente diagnóstico: Trastorno Generalizado del desarrollo, Dislexias y otras disfunciones simbólicas no clasificadas en otra parte y Trastornos hiperkinéticos, donde su profesional nos detalla,” La niña Mónica, de 9 años de edad, con diagnóstico de TGD, presenta dificultades en la comprensión oral y escrita, a causa de su dislexia. Presenta también dificultades en la atención y concentración.”

Por lo tanto se propuso esta actividad. Para que la niña pueda tener un desarrollo sano deben estar equilibrados varios aspectos, entre ellos los afectivos, cognitivos y comportamentales. Por esa razón se busca generar un espacio donde la niña aprenda a desplegar y desarrollar sus potencialidades teniendo como meta mejorar su calidad de vida, favoreciendo tanto su autonomía como también la socialización.

En oportunidades será necesario modificar conductas disruptivas para mejorar la relación con pares y adultos y en otras, el niño deberá adquirir nuevas habilidades. A su vez, se realiza un trabajo paralelo con los padres para que ellos puedan recrear lo trabajado en cada sesión en la vida cotidiana.

Esta aplicación se diferencia de las anteriores ya que el niño además de realizar la actividad a partir del movimiento de sus extremidades, puede realizarla por medio del habla, indicando cual es el número en el que desea que se aparezca una X o O, según corresponda; además es condición de la

actividad que debe estar compuesta por dos jugadores.

Basándose en el clásico juego tres en línea (también conocido como tatetí o tres en raya), se cuenta con un tablero de tres por tres y se le asigna un número a cada cuadrante de dicho tablero que va desde el uno hasta el nueve (figura 5). Luego, se solicita a los jugadores que, mediante comandos de voz, indiquen en que cuadrante desea colocar su marca pronunciando el número correspondiente. El turno para indicar donde colocar su marca, se va alternando entre uno y otro jugador.

El tutor registra los turnos en un papel, pero no deja que el niño lo vea. Trata de completar el papel sin que el niño tenga que mirar el papel en ningún momento. Este juego desarrolla la memoria, la visualización, la atención y la resolución de problemas.

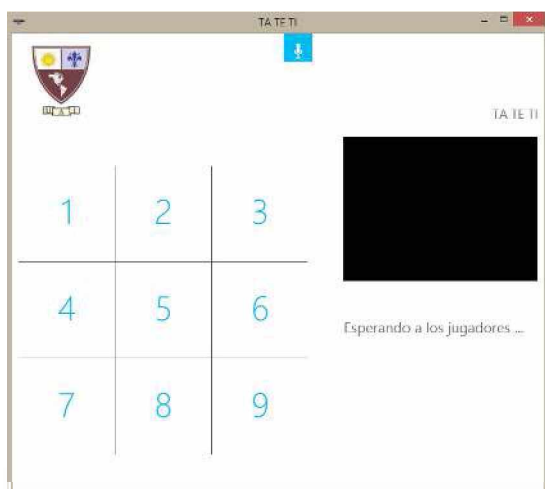


Figura 5. Jugando con Números

## Conclusiones

Se logró avanzar en el relevamiento y clasificación de la información de nuestro entorno, con respecto a las implementaciones con interfaces naturales para personas que padecen TEA, su impacto en la educación y actividades sociales, como también su utilidad complementaria al tratamiento.

Todas las actividades se desarrollaron de manera tripartita por medio de las interfaces naturales. Siendo el tutor (Psiquiatra, Psicólogo, Padre, Maestro), quien elige la actividad a realizar; la persona que posee la disfunción quien sigue las indicaciones del tutor; y el dispositivo Kinect como complemento a ambos.

En cada aplicación se pone énfasis en generar un ambiente que contenga un equilibrio seguro y flexible, logrando actividades tanto estructuradas como libres. Se garantizó mantener siempre la motivación, se avance o no en las actividades, dado que distintos especialistas hacen énfasis en que la frustración es muy contraproducente para el tratamiento.

Se garantizan ambientes de trabajo bien estructurados para crear un clima agradable y confiable, que ofrezca seguridad al niño, pero, a su vez, los juegos deben ser dinámicos y variados para no generar una automatización por parte del paciente.

Cada aplicación brinda información que tiene la meta de evaluar los resultados obtenidos, basándonos en las experiencias realizadas por los tutores, con el fin de especializar el desarrollo de actividades.

## Formación de Recursos Humanos

El equipo está integrado por el profesor Víctor Hugo Contreras, docente/investigador en la temática de TEA, la Dra. Claudia Pons, Directora del Centro de Altos Estudios, el Lic. Gonzalo Zabala, experto en robótica, la Lic. Mariela Novas experta en TEA, y por los estudiantes Daniel Alejandro Fernández y Carlos Alberto Martínez.

En 2014 el proyecto obtuvo el 1er puesto en la 5ta. Edición del Concurso UAITECH JUNIORS<sup>17</sup> por un prototipo realizado y probado por estudiantes de la universidad.

## Referencias

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Trastornos Neurológicos y Accidentes Cerebrovasculares.  
<http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/autismo.htm>

<sup>2</sup> Gallego Matellán, M<sup>a</sup> del Mar.(2012).Guía para la integración del alumnado con TEA en Educación Primaria. INICO

<sup>3</sup> Jarrett W, James A. (2012). Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK. Apress.

<sup>4</sup> Rapin I, Katzman R. Neurology of autism. Ann Neurol 1998; 43:7-14.

<sup>5</sup> Ruggieri VL. Procesos atencionales y trastornos por déficit de atención en el autismo. Rev Neurol 2006; 42 (Supl 3): S51-6.

<sup>6</sup> Taylor MJ, Baldeweg T. Application of EEG and intracranial recordings to the investigation of cognitive functions in children. Dev Sci 2002; 5: 318-34.

<sup>7</sup> Dawson G, Meltzoff A, Osterling J, Rinaldi J, Brown E. Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. J Autism Dev Disord 1998; 6: 479-85.

<sup>8</sup> Fundación Orange. Pictogram Room; 2011. URL: <http://www.pictogramas.org/proom/init.do?method=testimoniesTab>. Fecha última consulta: 02.08.2014.

<sup>9</sup> Kinect for Windows. Developing with Kinect for Windows; 2015.  
URL:<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows>. Fecha última consulta: 09.03.2015.

<sup>10</sup> Savia. Plataforma educativa para personas con autismo; 2012. URL: <http://www.tecnologiasaccesibles.com/savia/>  
Fecha última consulta: 02.02.2015.

---

<sup>11</sup> Grupo de Estudio de los Trastornos del Espectro Autista del Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad y Consumo, España. Guía de buena práctica para el tratamiento de los trastornos del espectro autista. Rev Neurol 2006; 43 (7): 425-438

<sup>12</sup> Cochrane AL. Effectiveness and efficiency. Random reflections on health services. London: London Royal Society of Medicine Press; 1999.

<sup>13</sup> Zambrano E, Pachón Meneses C. Creación, diseño e implantación de plataforma e-learning utilizando mundos 3d para los niños con trastorno del espectro autista. Revista Educación y Desarrollo Social 1:70-80, 2011

<sup>14</sup> David C. (2012)Programming with the Kinect™ for Windows® Software Development Kit. Microsoft Press

<sup>15</sup> MSDN. SDK and Developer Toolkit  
<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn435682.aspx>. Fecha última consulta: 12.04.2015.

<sup>16</sup>

<http://blogs.msdn.com/b/kinectforwindows/archive/2015/04/01/gesturepak-v2-simplifies-creation-of-gesture-controlled-apps.aspx>. Fecha última consulta: 02.01.2015.

<sup>17</sup> <http://www.noticias.uai.edu.ar/events/5ta-edici-n-uaitech-juniors-2014-emprendedores-sub-18>